SULLA SISTEMAZIONE

DELL'EMISSARIO

DEL LAGO DI COMO

MEMORIA IDRAULICA

DELL'INGEGNERE

CARLO POSSENTI

Prezzo Lir. 3 austr.

MILANO, 1839

PRESSO L'EDITORE ANGELO MONTI LIBRAJO

contrada del Cappello, n.° 4[illegible]3.

SULLA SISTEMAZIONE

DELL'EMISSARIO

DEL LAGO DI COMO

MEMORIA IDRAULICA

DELL'INGEGNERE

CARLO POSSENTI

MILANO
PRESSO L'EDITORE ANGELO MONTI LIBRAJO
Contrada del Cappello, N.° 4023
1839

La presente Memoria è posta sotto la tutela delle Leggi essendosi adempiuto a quanto esse prescrivono.

TIPOGRAFIA FANFANI

AL BENIGNO LETTORE

Varj distinti Ingegneri e Matematici discussero in dotte Memorie pubblicate dalla *Biblioteca Italiana* sull' esito che aver potrebbe l'esecuzione del progetto proposto dall' eg. sig. ingegnere Giuseppe Bruschetti nel fascicolo del mese d'agosto 1838 del suddetto Giornale per liberare il littorale e la città di Como dall' inondazioni che vi cagionano le straordinarie piene del suo lago il *Lario*.

Molte ed ottime idee vennero sviluppate in quelle Memorie, ma non pertanto il soggetto non può dirsi esaurito, dacchè le varie ed opposte opinioni manifestate dai loro autori sussistono tuttora in essi colla stessa forza di convinzione.

Sia perciò lecito anco a me l'esporre in proposito alcune idee, che se non saranno da tanto da sciogliere completamente il problema, spero però che ne potranno rendere meno incerte alcune parti e che il benigno lettore, a riguardo della forza di volontà di far il bene, saprà compatire la debolezza del potere di eseguirlo.

1. Sia *B C D E F* l'unico Emissario del Lago *A*, di cui la fig. 1 rappresenti la planimetria e la fig. 2 il profilo in massima piena, quando sì il Lago che l'Emissario siinsi ridotti in stato di permanenza.

Quest' Emissario prima di stabilirsi in fiume *F* d'alveo regolare spandasi in più laghetti o bacini *B*, *C*, *D*, *E* non separati fra loro che da semplici strozzature *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ciascuna delle quali costituisca uno *stramazzo* o *sfioratore* d'onde l'acqua trabocchi in parte libera ed in parte rigurgitata da altr'acqua che suppongo stagnante, ad eccezione dell' ultima strozzatura che supporrò interamente libera, od almeno tale che si possa a piacere aumentare lo sfogo dell' acqua da essa sia coll' abbassarne la soglia, sia col dilatarne la sezione, sia coll'aprire in essa o lateralmente degli ampj scaricatori, che in ultima analisi non consistono fuorchè nella combinazione di opere di dilatamento di sezione e d' abbassamento di soglia da porsi in azione a piacere.

2. Ammettansi per ora le seguenti ipotesi :

1.° Che i bacini abbiano l' egual lunghezza ;

2.° Che i salti ossia le differenze di livello di due soglie successive delle strozzature sieno fra loro eguali ;

3.° Che eguali sieno pure le larghezze di ciascuna strozzatura.

Poste queste ipotesi è evidente che le altezze *e E*, *d D*, *c C*, *b B*, *a A* dell' acqua sulle soglie delle strozzature andranno mano mano crescendo. E diffatti lo stramazzo *e* non essendo rigurgitato, l' altezza *e E*, stante l' ammessa ipotesi di fatto, sarà minore dell' altezza *d D* dello stramazzo *d* che lo è ; questa maggior altezza cagionerà allo stramazzo *c* un maggior rigurgito, e conseguentemente un' altezza $cC > dD$, e così degli altri.

3. Ciò posto aprasi ora un maggior sfogo all' acqua dello stramazzo e con uno de mezzi indicati al § 1. È evidente che con tale operazione il pelo d' acqua del bacino E si abbasserà. Così p. e. se si abbassasse tutta la soglia per un'altezza h senza che l'acqua sgorgante veniase a soffrire rigurgito, d'altrettanto si abbasserebbe il pelo del bacino, e se invece si aprissero degli scaricatori la depressione del suo pelo, a stato reso permanente, diventerebbe tale per cui le luci sgorganti aver potessero tali altezze d' acqua e tali battenti da lasciar sfogare da essa tutta l' acqua cha influisse nel Lago [a].

La suddetta depressione del pelo del bacino E diminuirà d' altrettanto l' altezza rigurgitata dello stramazzo d, e quindi dovrà necessariamente diminuire la totale altezza $d D$. Questo abbassameuto per la stessa ragione ne produrrà un altro nella $c C$, e così via via, cosicchè anco il pelo del Lago A dovrà necessariamente deprimersi in virtù del solo aumentato sfogo dell' ultima strozzatura.

4. È però chiaro che l' altezza d' acqua rigurgitante uno stramazzo per quanto ostacolo ponga allo sfogo dell' acqua da esso, vi oppone però sempre un ostacolo minore di quello che vi opporrebbe una chiusa d' eguale altezza, poichè questa diminuirebbe d' altrettanto la sua luce, mentre quella lascia la luce intatta, e non fa che diminuire la velocità dell' acqua della porzione rigurgitata. Una tal circostanza fa sì che l' abbassamento p. e. d' un metro d' acqua rigurgitante in E rende libero un metro dell' altezza $d d''$ prima rigurgitata, la quale concepirà così una velocità media maggiore di prima, e quindi l'altezza totale dD diminuirà bensì, ma alquanto meno d'un metro, e l' abbassamento totale sarà eguale all' altezza d' acqua d' uno stramazzo a luce libera avente la larghezza della strozzatura, e scaricante una massa d'acqua eguale alla differenza esistente fra quella che scaricherebbesi dopo l'abbassamento dalla luce che prima era rigurgitata, e quella che scaricavasi dalla stessa luce prima dell' abbassamento.

Dietro queste considerazioni è evidente che anco l' abbassamento che farà $c C$ sarà minore di quello che farà $d D$, e così via via gli abbassamenti di pelo di ciascun bacino andranno mano mano decrescendo dall' E fino all' A.

(a) Ciò è quanto ha dovuto necessariamente accadere al tronco di canale di Pavia ed al successivo laghetto di Porta Ticinese nell' esperimento citato nella seconda Memoria del sig. ingegn. Bruschetti, poichè in essi come nel bacino E il pelo d'acqua dovea essere pressochè orizzontale in causa dell' esistenza d'una chiusa *solida* che tratteneva superiormente un *invaso* d'acqua.

5. Il massimo limite d' abbassamento in tutti i bacini si verificherà quando quello che si produsse in E avrà ridotto il suo pelo a livello della soglia d, per cui il corrispondente stramazzo si sarà reso interamente libero, ed un tal limita massimo consisterà nel ridursi l' altezza $d\,D$ eguale a quella che prima era $e\,E$, la $c\,C$ eguale a quella che era prima $d\,D$, e così finalmente nel ridursi l' altezza $a\,A$ eguale a quella che era prima $b\,B$, e ciò attese le ammesse ipotesi che le differenze di livello di tutte le soglie siano eguali, e che eguali siano pure le larghezze delle strozzature.

Se un tal massimo limite d' abbassamento non fosse sufficiente allo scopo, sarebbe necessario operare anco sulla strozzatura $d\,D$ come si operò sulla $e\,E$, ed il massimo limite d' abbassamento del pelo del Lago A consisterebbe nel ridurre l' altezza $a\,A = c\,C$.

Proseguendo lo stesso ragionamento si scorge che si potrà operare sulle strozzature b, c, d, e in modo da rendere $a\,A = e\,E$, e ciò col render libero lo stramazzo della prima strozzatura. E qui osservo che la differenza di livello fra le soglie a ed e potrà esser tanta da rendersi affatto inutile ogni operazione sulle ultime strozzature, potendo bastare l' allargamento delle prime e l' abbassamento delle loro soglie per disporre il pelo del bacino B a livello della soglia a.

6. Da tutto ciò se ne deduce che abbisognando una depressione di pelo nel Lago A maggiore della differenza $a\,A - e\,E$ sarà necessario o di approfondare il fondo dell' incile dell' Emissario, o di dilatarne la sezione, semprecchè gli inconvenienti che potrebbero derivare da tali operazioni non obbligassero ad adottare altri mezzi; aggiungendo dippiù che in vista del tenue effetto producibile sul pelo del Lago A da un abbassamento prodotto al pelo del bacino E sarà sempre in ogni caso preferibile il metodo contrario, cioè quello d'approfondare e dilatare l' incile e le prime strozzature anzicchè le ultime.

7. Se in un sistema di cose analogo al sopradescritto si trattasse di sfogare innocuamente una piena attuale del Lago A, l'idraulica insegna di cominciare dal vuotare o scaricare prima il bacino E, indi il D, poi il C, poi il B, e ciò per non spingere il grosso della piena dell'ampio Lago A nei piccoli laghetti in un sol colpo cagionandovi serie inondazioni, ma trattandosi di eseguire in tempi di magra dei lavori atti ad impedire la formazione delle piene, egli è evidente che il caso è assai diverso e che non vi è veruna necessità di dover dar principio allo sfogo dei bacini inferiori, ma che si deve invece dar tosto principio a quello dei superiori, perchè in tal modo, quand'anco nell'esecuzione delle opere s'impiegassero diversi anni di tempo, il lavoro di ciascun anno arrecherebbe subito sensibili vantaggi nell' anno seguente.

8. Vediamo ora come si modificherebbero i narrati effetti dello sfogo generato agli ultimi bacini al modificarsi delle ammesse ipotesi di fatto, le quali modificazioni possono consistere:

1.° Nell'essere diverse le lunghezze dei bacini;

2.° Nell'essere diverse le differenze di livello delle soglie delle strozzature;

3.° Nell'esserne diverse le larghezze;

4.° Finalmente nell'esservi in luogo d'alcuno de' bacini o laghetti de' tronchi di canali d'alveo regolare col fondo inclinato dalla soglia della strozzatura d'imbocco a quella della strozzatura di sbocco.

9. Poca o nessuna influenza può avere sugli effetti soprenunciati la prima modificazione, giacchè, il pelo d'acqua nel bacino conservandosi pressocchè orizzontale da una strozzatura all'altra, le variazioni di lunghezza non possono produrre che insensibili variazioni di livello dal pelo di uno a quel dell'altro estremo del bacino stesso.

Nel caso poi che il bacino non abbia nè molta profondità nè molta larghezza, e che in certo qual modo considerar si possa piuttosto come un ampio canale che come un lago, quanto maggiore ne sarà la lunghezza tanto minore sarà l'influenza degli abbassamenti de' bacini inferiori sui superiori, ed in generale starà relativamente ad esso quanto si dirà circa alla quarta modificazione.

10. Se le differenze di livello di due soglie successive sono diseguali, cioè se la totale caduta dalla prima all'ultima, invece d'essere distribuita in salti d'egoale altezza, fosse distriboita in salti ineguali, l'abbassamento totale producibile al pelo del Lago *A* colla depressione dell'ultima soglia, o coll'aprimento di scaricatori in quella località, potrà essere nullo, minore, eguale o maggiore di quello che si produrrebbe coll'egual sfogo nel caso che i salti fossero eguali.

Che l'inegual distribuzione delle cadute possa annullare l'effetto dell'abbassamento di pelo de' bacini inferiori è chiaro, poichè in caso di tal ineguaglianza potrebbe il maggior salto d'una delle soglie determinare uno stramazzo totalmente libero. Ciò non accadendo, si sente però che l'abbassamento di pelo del bacino o lago superiore potrà essere minore od eguale a quello che accadrebbe nel caso dell'egual distribuzione di caduta. In qualche caso poi potrebbe aumentarsi il detto abbassamento, ma questo aumento non potrà essere che tenue, come verrò dimostrando con un esempio numerico dopo che avrò esposte le formole, con cui si ponno calcolare con maggiore approssimazione gli elementi del moto delle acque nelle circostanze contemplate in questa Memoria. V. nota (d).

11. Le differenze di larghezza delle strozzature come le ineguali cadute delle soglie tendono a mantenere più o meno elevate le acque degli stramazzi sboccanti dalle strozzature, e quindi come le ineguali cadenze delle soglie potranno render nullo, minore eguale o maggiore l'effetto d'un abbassamento di pelo di un bacino inferiore per abbassar quello d'un superiore, ma se un tal effetto aumentasse, l'aumento nei casi ordinarj non potrebbe esser che piccolo come dimostrerò con esempj numerici alla nota [d].

12. Veniamo finalmente alla quarta modificazione, e proverò che essa non tende ad altro che ad annullare o a minorare l'influenza d'un abbassamento di pelo d'un bacino inferiore sull'abbassamento di quello d'un superiore.

Si sa che in tutti i canali d'alveo regolare di sufficiente lunghezza l'acqua assume la stessa altezza in tutte le sezioni, il qual fatto costituisce la base della Teoria del moto equabile negli alvei. È pure un fatto costante che questa altezza vien mantenuta anche in tronchi di canali discontinui, e che solo a poca distanza dallo sbocco d'un tronco nel seguente l'acqua va crescendo rapidamente di velocità diminuendo rapidamente d'altezza, il che costituisce la così detta *chiamata dello sbocco*. L'altezza perciò che assume l'acqua nell'alveo è voluta dagli elementi del moto e non può essere diminuita fuorchè nelle piccole tratte delle chiamate di sbocco. Ciò posto, se un tronco di canale regolare sboccherà in un bacino o lago, l'altezza dell'acqua del Canale allo sbocco potrà essere minore, uguale o maggiore di quella che è dovuta agli elementi del Canale stesso.

Ne' primi due casi il rigurgito è nullo, giacchè l'acqua del Lago non può far altro che o minorare od annullare la chiamata dello sbocco, il che nulla influisce per minorare l'altezza d'acqua fuori della chiamata stessa, quindi ogni abbassamento di pelo nel bacino inferiore non influirà per abbassare il pelo de' superiori. Nel terzo caso l'azione del rigurgito esisterà, ma andrà di mano in mano decrescendo verso le parti superiori fino ad annullarsi, se il canale avrà sufficiente lunghezza, laonde, o il canale è sufficientemente lungo e l'abbassamento del pelo del bacino inferiore non farà che ridurre parallelo al fondo il pelo del canale senza far abbassare d'un millimetro l'altezza oltre l'aziona del rigurgito, o non lo è e proverà necessariamente l'influenza del diminuito rigurgito, che sarà tanto maggiore quanto più corto sarà il canale. Essa diventerà adunque massima al cangiarsi che farà il canale in semplice strozzatura, dunque rimane dimostrato cha il caso delle semplici strozzature è il più utile per ottenere l'abbassamento di pelo de' bacini superiori coll'abbassar quello degli inferiori.

13. Per calcolare gli elementi del moto nelle ammesse ipotesi delle semplici strozzature qualunque sieno le loro larghezze e le cadute delle loro soglie chiamisi:

Q la portata dell'Emissario in un minuto secondo;

H ed L l'altezza e la larghezza dell'ultimo stramazzo, ritenuto sempre che l'altezza venghi misurata fuori della chiamata dello sbocco, o come suggerisce Castel negli angoli delle ineguaglianze de' lati o sponde delle strozzature;

a, a', a'', a''' le altezze d'acqua delle parti libere degli stramazzi, cioè $d''D$, $c''C$, $b''B$, $a''A$;

A, A', A'', A''' quelle delle porzioni rigurgitate dd'', cc'', bb'', aa'';

d, d', d'', d''' le differenze di livello delle soglie ee', dd', cc', bb';

l, l', l'', l''' le larghezze delle strozzature;

e si avrà, ritenuta la lunghezza delle strozzature tale, che non segua contrazione di vena:

$$\frac{2}{3}\sqrt{2g}\,L\,H^{\frac{3}{2}} = Q$$

ed assumendo pel valor di g, cioè della forza acceleratrice della gravità in un minuto secondo alla latitudine di 45°

$$g = 9{,}80567$$

sarà: (b) $\qquad 2{,}952\,L\,H^{\frac{3}{2}} = Q$

Pongasi: $\qquad R = 0{,}33875\,Q$,

e si avrà (1) $\qquad H = \left(\frac{R}{L}\right)^{\frac{2}{3}}$.

L'equazione dello stramazzo d in parte libero ed in parte rigurgitato è:

$$l\sqrt{2g}\left\{\frac{2}{3}a^{\frac{3}{2}} + A\,a^{\frac{1}{2}}\right\} = Q$$

ossia

$$a^{\frac{3}{2}} + \frac{3}{2}A\,a^{\frac{1}{2}} = \frac{R}{l}$$

(b) Ho assunto questa formola in luogo di quella suggerita da Navier nelle sue Note ed Aggiunte all'*Arch. Idr.* del Belidor, la quale è:

$$2{,}5261\,L\,H^{\frac{3}{2}} = Q$$

atteso, che dalle ultime esperienze di d'Aubuisson emerse che quella formola somministra risultati pratici più soddisfacenti, come avvertì l'eg. sig. ingegnere Cadolini nella sua Appendice a tali Note. V. la traduzione italiana dell'ingegnere Luigi Masieri dell'*Arch. Idr.* del Belidor colle note del Navier. Vol. I delle Note, pag. 98 e 104.

ossia (2) $$a^{\frac{1}{2}}\left(a + 1{,}5\,A\right) = \frac{R}{l}$$

nella quale si dovrà sostituire per A il suo valore:

(3) $$A = H - d$$

e che indi si scioglierà rispetto ad a; al che si giungerà assai facilmente per approssimazione usando per comodo le Tavole idrometriche del P. De Regi, in cui trovansi le radici quadrate dall'1 al 2000.

Col mezzo del valore di a si trova tosto quello di A' essendo:

(4) $$A' = A + a - d'$$

ed indi quello di a' sciogliendo l'Equazione:

(5) $$a'^{\frac{1}{2}}\left(a' + 1{,}5\,A'\right) = \frac{R}{l'}$$

e similmente si potranno calcolare i valori di:

$$A' + a',\ A'' + a''\ \text{ ed } A''' + a'''$$

il quale ultimo valore è l'altezza totale dell'acqua sulla strozzatura d'incile.

14. Suppongasi ora che sia abbassando l'ultima soglia per l'altezza h, sia dilatandone la sezione, sia aprendo in essa o in fregio al fiume degli scaricatori a paraporti giungasi ad abbassare di h il pelo d'acqua del bacino E, e che si voglia determinare quale sarà l'effetto di tale abbassamento sulle soglie quarta, terza, seconda e prima delle diverse strozzature, e perciò anco l'abbassamento totale che farà il pelo del Lago A.

In causa di tale operazione si avrà:

$$A = H - d - h,$$

e quindi coll'Equazione (2) il corrispondente valore di a, e colle (4) (5) i valori di A', a', e così di seguito.

Poichè l'Equazione (2) è di terzo grado completa con una radice reale positiva sarebbe agevole il determinare in modo generale il valore di a, e conseeutivamente i rapporti degli abbassamenti delle altezze d'acqua di ciascun stramazzo coll'abbassamento h dell'ultimo, ma una tale ricerca condurrebbe a calcoli lunghi e complicati, e d'altronde di poca o nessuna utilità, per cui mi contenterò di sciogliere il presente caso numerico.

15. Sia: $Q = 800.\text{ m. c.};\ L = 50.\text{ m.}$

$$l = 40;\ l' = 35;\ l'' = 30;\ l''' = 80.$$

$$d = 0{,}600;\ d' = 1{,}800;\ d'' = 0{,}500;\ d''' = 1{,}100.$$

sarà: $$R = 271$$

e dalla (1) si avrà: $H = \left(\frac{271}{50}\right)^{\frac{2}{3}} = 3{,}085$

quindi dalla (3) si avrà

$$A = 2{,}485.$$

Sostituito questo valore nella Equazione (2) si ottiene:

$$a^{\frac{1}{2}}\left(a + 3{,}728\right) = 6{,}775\,,$$

da cui $a = 1{,}611,$

e quindi $A + a = 4{,}096.$

Dalla (4) si ha: $A' = 2{,}296\,,$

e successivamente si otterranno le seguenti Equazioni ed i seguenti valori

$$a'^{\frac{1}{2}}\left(a' + 3{,}444\right) = 7{,}743\,,$$

$$a' = 2{,}013\;;\quad A' + a' = 4{,}309\,,$$

$$A'' = 3{,}809\,,$$

$$a''^{\frac{1}{2}}\left(a'' + 5{,}713\right) = 9{,}033\,,$$

$$a'' = 1{,}548\;;\quad A'' + a'' = 5{,}357\,,$$

$$A''' = 4{,}257\,,$$

$$a'''^{\frac{1}{2}}\left(a''' + 6{,}385\right) = 3{,}387\,,$$

e finalmente:

$$a''' = 0{,}260 \text{ ed } A''' + a''' = 4{,}517.$$

16. Riassumendo i dati, ed i risultati di quest'esempio abbiamo:

$$Q = 800.\text{ m. c.},$$

$$L = 50\;;\; l = 40\;;\; l' = 35\;;\; l'' = 30\;;\; l''' = 80\,,$$

$$d = 0{,}600\;;\; d' = 1{,}800\;;\; d'' = 0{,}500\;;\; d''' = 1{,}100\,,$$

$$H = 3{,}085\;;\; a = 1{,}611\;;\; a' = 2{,}013\;;\; a'' = 1{,}548\;;\; a''' = 0{,}260,$$

$$A = 2{,}485\;;\; A' = 2{,}296\;;\; A'' = 3{,}809;\; A''' = 4{,}257\,,$$

$$H = 3{,}085;\; A + a = 4{,}096;\; A' + a' = 4{,}309;\; A'' + a'' = 5{,}357,$$

ed $A''' + a''' = 4{,}517.$

Considerando attantamente i dati e risultati di quest' esempio numerico, si scorge tosto che i medesimi coincidono quasi esattamente con quelli, che presentò l' Emissario del Lago di Como nella straordinaria piena dell' anno 1810, come rilevasi dal confronto de' medesimi con quelli, che risultano dal tipo annesso alla Memoria Bruschetti; il qual tipo fu rilevato dall' egregio sig. ingeg. Filippo Ferranti e da esso unito ad una sua bella Memoria inedita sullo stesso argomento della presente, e che la compiacenza del di lui figlio sig. ingeg. Eugenio mi permise di riprodurre nell'annessa tav. 2.ª

È diffatti opinione generale di esperimentati Idraulici ed Ingegneri, che ebbero a fare diversi rilievi sull'Adda nelle piene massime del 1810 e 1829 che la portata massima di questo fiume sia compresa fra i 700 e gli 800 metri cubici per ogni minuto secondo.

Quanto ai valori assegnati a d, d', d'', d''' è facile il riscontrare col profilo della tav. 2.ª, come coincidano colle differenze di livello medie esistenti da fondo a fondo delle sezioni più anguste dell' Emissario, cioè:

d dal piede della Chiusa del Tovo al piede della Chiusa di Brivio;

d' dal piede della Chiusa di Brivio al piede del Chiuson di Lavello, cioè al fondo dell' imboccatura della Ravia di Lavello;

d'' da questo punto al fondo della sezione più angusta dello stretto d'Olginate situata al confluente de' dua torrenti Aspide e Gallavesa;

d''' da questo punto al fondo dello stretto di Pescareuico nella sezione di fondo più elevato e di larghezza minore posta di fronte a Pescate.

Le larghezze l', l'' ed l''' coincidono esattamente colle larghezze medie delle sezioni più anguste qui considerate, cioè:

l' con quella dell' imboccatura della Ravia di Lavello ostruita dalle ghiaje depositatevi dall' azione combinata de' torrenti Serta e Gherghentino, e dalla brusca perdita di velocità che fa l' acqua urtando violentemente contro il Chinsone di Lavello per rivolgersi in detta imboccatura;

l'' con quella della sezione più angusta dello stretto d' Olginate misurata ai confluenti dell'Aspide e del Gallavesa;

ed l''' con quella della sezione di Pescate.

Quanto ai valori di L ed l parrebbe a prima vista che fossero assai minori delle larghezze medie del fiume ai luoghi delle Chiuse di Brivio e del Tovo, ma è d' uopo d' avvertire che i valori di d, d' si sono misurati dai piedi e non dalle creste delle Chiuse per cui si considerarono propriamente le bocche aperte nelle dette Chiuse, ad uso della navigazione per le larghezze vive del fiume, avuti i debiti riguardi tanto alla quantità d'acqua sboccante dalle creste delle Chiuse quanto alle sensibili contrazioni che si verificano alle strette bocche lasciate aperte nelle Chiuse stesse per l' uso suddetto.

I valori trovati di a, a', a'' ed a''' coincidono quasi esattamente colle cadute de' peli d'acqua esistenti fra le successive sezioni più anguste considerate, le quali cadute rappresentano così l'altezza libera dell'acqua sgorgante da caduna di dette sezioni (e):

Così a''' è la caduta del pelo d'acqua dalla sezione di Pescate a quella d'Olginate;

a'' coincide colla differenza di livello del pelo d'acqua dallo sbocco de' confluenti nello stretto d'Olginate al pelo d'acqua sulla cresta del Chiuson di Lavello;

a' è la caduta di questo pelo a quello della cresta della Chiusa di Brivio;

ed a finalmente coincide colla caduta del pelo d'acqua dalla cresta della Chiusa di Brivio a quella della Chiusa del Tovo.

In quanto poi ai valori di A, A', A'' ed A''' essi sono i complementi di a, a', a'' ed a''' per formare le totali altezze medie d'acqua in caduna delle sezioni considerate, poichè veggiamo che i valori di H; $A + a$, $A' + a'$; $A'' + a''$; $A''' + a'''$ coincidono appunto colle suddette totali altezze dell'acqua alle sezioni contemplate.

17. Col segnalare tali coincidenze io non pretendo punto di affermare, che la Teorica degli stramazzi sii assolutamente la più attendibile in pratica per simili casi; poichè se ai canali di sezioni irregolarissime, che esistevano prima delle operazioni già in corso d'esecuzione, e che tuttora in gran parte sussistono, si sostituissero de' canali regolari di uniformi sezioni e pendenze, potrebbe forse essere assai meglio applicabile al nuovo stato di cose la Teorica del moto equabile negli alvei, ossia la formola del moto dell'acqua ne' tubi o canali inclinati stata determinata da Prony dietro l'ammessa ipotesi che la resistenza che soffre l'acqua muovendosi ne' canali inclinati equilibri la forza acceleratrice dell'inclinazione del fondo, cosicchè il moto invece d'essere accelerato sii uniforme, e le altezze vive invece d'essere decrescenti si mantengano ovunque eguali, siccome appunto si verifica in fatto, e coll'applicazione alla detta formola de' coefficenti determinati da Eytelwein dipendentemente dal confronto di 91 esperienze instituite da molti riputatissimi Idraulici sopra canali e fiumi di variatissime sezioni e pendenze, e conseguentemente di variatissime portate e velocità.

(e) Da questa singolarissima coincidenza pare che si possa dedurre con qualche fondamento, che la Teorica degli sfioratori sia applicabile anco al caso reale in cui invece di semplici strozzature esistano brevi tronchi di canali, sostituendo semplicemente alla totale caduta del pelo d'acqua fra due sezioni successive l'altezza d'acqua calcolata come liberamente cadente da una semplice strozzatura, e ritenendo nel calcolo per salto da soglia a soglia degli sfioratori la totale caduta del fondo delle due sezioni contemplate.

Egli è però evidente che, supposta vera l'ipotesi di Prony, una tal formola non potrebbe essere esattamente applicabile che ai canali di velocità e dimensioni costanti, e quindi di pelo parallelo al fondo; che se la velocità media dall'una all'altra sezione di uno stesso canale per cagione di rigurgito o d'altra qualsiasi causa venisse diminuendo, è chiaro che in tal caso la somma delle resistenze, che l'acqua incontrerebbe nel suo moto, verrebbe a superare la forza acceleratrice dovuta alla pendenza del fondo, e se all'opposto la stessa velocità media venisse per una causa qualunque aumentando la somma stessa non eguaglierebbe la forza acceleratrice, e quindi in ambi i casi la formola del moto equabile non sarebbe applicabile al caso con fiducia di risultati sufficientemente esatti.

Nel caso attuale la brevità delle tratte di canali intermedie a' laghi rende assai dubbiosa l'applicabilità di quella formola, quando anche le dette tratte si riducessero regolarissime, essendo evidente che all'origine di ciascuna di esse non potrebbe l'acqua concepir tosto la velocità media dovuta agli elementi de' canali stessi, per cui dovrà mantenersi in un'altezza maggiore di quella che risulterebbe dalla formola d'Eytelwein; tale altezza, se il rigurgito non l'impedisce, dovrà andar gradatamente decrescendo, cioè a dire il moto dovrà accelerarsi fino a che siasi stabilito l'equilibrio fra la forza acceleratrice e le resistenze, come accade di tutte le macchine al principio del moto; se poi allo sbocco del canale nel Lago la sezione fosse rigurgitata, ciò che avviene sempre nello stato di massima piena, la velocità media dovuta agli elementi del canale verrebbe a diminuirsi, e così in tutti i casi la formola del moto equabile non rappresenterebbe i fenomeni reali del moto, e non se ne potrebbero dedurre delle conseguenze sufficientemente verificabili in pratica.

Aggiungasi poi che la formola di Prony è in difetto quando il fondo è acclive od orizzontale, perchè in questi casi essa dà una velocità immaginaria o nulla, ciò che è assurdo, e conseguentemente non potrà nemmeno valere per pendenze di fondo piccolissime, in tutti i quali casi la pendenza del pelo supera effettivamente quella del fondo, quand'anco il canale fosse rigurgitato. Essa non può nemmeno valere pei canali più o meno declivi qualora siino rigurgitati. Infatti suppongasi che un canale si inoltri verso un lago od un fiume le cui acque alte si estendano all'insù nel medesimo canale; qualunque sia la pendenza del suo fondo, se non vi ha in esso alcun corpo d'acqua sboccante nel lago o fiume, l'acqua d'espansione non potrà mai avere alcun moto di discesa. Ora è egli supponibile, ciò stante, che se decorre nel canale stesso una qualunque quantità d'acqua piccola o grande, possa questa mantenere nalle tratte di canale in cui s'inoltra l'acqua d'espansione, le dimen-

sioni e velocità dovute alle pendenze del fondo? Ognun vede che una tal supposizione è assurda. Alcuni opinano che la formola d'Eytelwein possa esser sempre applicabile ritenendo che φ rappresenti pendenza di pelo e non di fondo. Ma come mai in tanta complicazione di fenomeni o non contemplati od affattto opposti all'ipotesi rappresentata dalla formola del moto equabile si potrà aver fiducia nella di lei applicabilità in ogni caso colla sola sostituzione dell'inclinazione del pelo d'acqua all'inclinazione del fondo? Forse perchè nelle 91 esperienze usate da Eytelwein nella calcolazione de' coefficienti della formola del moto equabile negli alvei si osservò sempre l'inclinazione del pelo e non quella del fondo? Se ciò fosse bisognerebbe dire che erronea sia l'ipotesi di Prony, ma che l'erroneità del modo con cui furono fatti gli esperimenti ha corretta l'erroneità della ipotesi su cui Prony determinò la forma della sua formola, cosicchè si potrà ritenere che la formola stessa sii realmente empirica. Una tal circostanza è probabilissima, e l'accordo de' risultati della formola con molte misure dirette fatte in seguito deve aumentare la fiducia sull'applicabilità della formola nei casi consimili a quelli delle 91 esperienze su cui Eytelwein determinò i suoi coefficienti.

Ma nel caso attuale non si può escire da questo dilemma. O il φ della formola d'Eytelwein è l'angolo d'inclinazione del fondo alla verticale, ossia la forma della formola è la vera espressione del fenomeno, e sussistono contro la sua applicabilità al caso attuale tutte le obbiezioni sopra enunciate; o φ è l'angolo d'inclinazione del pelo alla verticale, e la formola è realmente empirica, ed in tal caso è impossibile determinare con essa la pendenza del fondo da darsi ai canali intermedj ai laghi, se un tal elemento non entra nel calcolo.

18. Ritenuto pertanto di poter far uso della Teorica degli stramazzi pel pratico caso dell'Emissario del Lago di Como, fin a tanto che non venghi prodotta una Teorica più applicabile al caso stesso, veniamo ora determinando quali abbassamenti potrebbero prodursi nel pelo del Lario dando effetto al progetto proposto dall'egregio signor ingegnere Bruschetti nella sua Memoria.

Suppongasi quindi in primo luogo d'aprire un ampio sfogo alle acque comprese fra le Chiuse di Brivio e del Tovo sia abbattendo la Chiusa del Tovo, e dilatando ed approfondando il fiume, sia aprendo i capaci ed ampj scaricatori a paraporti proposti dal signor ingegnere Bruschetti, e suppongasi che per effetto di tale operazione si giunga a far abbassare il pelo d'acqua fino a livello di quello del laghetto d'Arlate, rendendo così interamente libera la caduta dell'acqua dalle bocche aperte nella Chiusa di Brivio per uso della navigazione. Con ciò si annullerebbe il valore di Δ abbas-

sandosi di metri 2,485 il pelo del bacino o canale intermedio alle due Chiuse e si otterrebbero le seguenti equazioni e risultati:

$$a = \left(\frac{271}{40}\right)^{\frac{2}{3}} = 3{,}581,$$
$$A' = 1{,}781,$$
$$a'^{\frac{1}{2}}(a' + 2{,}672) = 7{,}743,$$
$$a' = 2{,}364; \quad A' + a' = 4{,}145,$$
$$A'' = 3{,}645,$$
$$a''^{\frac{1}{2}}(a'' + 5{,}467) = 9{,}033,$$
$$a'' = 1{,}623; \quad A'' + a'' = 5{,}268,$$
$$A''' = 4{,}168,$$
$$a'''^{\frac{1}{2}}(a''' + 6{,}252) = 3{,}387,$$
$$a''' = 0{,}270; \quad A''' + a''' = 4{,}438.$$

Paragonando ora le altezze d'acqua totali prima e dopo lo sfogo dato alla sezione del Tovo si ha:

Sezione di	Altezze d'acqua		Depressione ottenuta	Rapporto della depressione a quella prodotta nel bacino del Tovo di met. 2,485
	Prima dello sfogo	Dopo lo sfogo		
Brivio	Met. 4,096	Met. 3,581	Met. 0,515	$\frac{1}{5}$
Lavello	» 4,309	» 4,145	» 0,164	$\frac{1}{15}$
Olginate	» 5,357	» 5,268	» 0,089	$\frac{1}{28}$
Pescate	» 4,517	» 4,438	» 0,079	$\frac{1}{31}$

Il massimo sfogo adunque che può procurarsi al fiume alla sezione del Tovo non potrà far abbassare il pelo del Lario che di 79 millimetri, cioè d' $\frac{1}{31}$ dell' abbassamento dei met. 2,485 procurato all' ultimo bacino intermedio alle Chiuse di Brivio e del Tovo. La tenuità, per non dir la nullità dell' utile prodotto dagli scaricatori dei molini del Tovo renderà quindi indispensabile di ripetere la stessa operazione al Chiusone di Lavello ove

il signor ingegnere Bruschetti suggerisce nel suo progetto di costruire un altro sistema di paraporti (*d*).

(*d*) Applicando la formola sopra esposta per dimostrare quanto asserii ai §§ 10 e 11, mi proporrò di determinare le altezze totali dell'acqua degli stretti nei seguenti casi:

1.° Il caso reale dell'Adda sopra calcolato;

2.° Il caso in cui fermi stanti tutti gli altri dati le cadute diventino tutte eguali alla caduta media che è di met. $\frac{0,6 + 1,8 + 0,5 + 1,1}{4}$ ossia di *un* metro;

3.° Il caso in cui, fermi stanti i dati del 1.° caso, le larghezze diventan tutte fra loro eguali ed eguali cadauna alla media delle cinque larghezze reali la qual media è di met. 47;

4.° Il caso finalmente in cui tutti i salti e tutte le larghezze siano eguali al salto medio ed alla larghezza media.

Fatte le debite calcolazioni si ottengono le seguenti:

Altezze d'acqua.

Sezioni	1.° Caso	2.° Caso	3.° Caso	4.° Caso
del Tovo	met. 3,085	3,085	3,215	3,215
di Brivio	» 4,096	3,936	3,860	3,671
di Lavello	» 4,309	4,577	3,606	3,889
d'Olginate	» 5,357	5,232	4,134	4,007
di Pescate	» 4,517	4,495	4,091	4,075
medie generali	» 4,272	4,265	3,781	3,771.

Considerando primieramente queste quattro serie d'altezze veggiamo che le prime due serie non hanno fra loro che piccole differenze, e così similmente dicasi delle seconde due serie; d'onde concludiamo, che rimanendo costante la caduta totale dalla prima all'ultima soglia delle strozzature, qualunque siano i livelli delle intermedie, le differenze delle altezze non possono essere che tenui.

Paragonando poi le altezze delle prime due a quelle delle seconde si rileva, che queste sono alquanto minori delle prime, cosicchè l'eguaglianza delle larghezze delle strozzature ha molta influenza per mantenere basse le altezze d'acqua, ritenute eguali le somme totali delle larghezze.

Suppongasi ora di determinare un abbassamento di 2 met. del pelo d'acqua dell'ultimo bacino, e calcoliamo a quanto si ridurranno le altezze d'acqua in tutti i casi. Fatte le opportune calcolazioni si ritrova:

Sezione	1.° Caso	2.° Caso	3.° Caso	4.° Caso
del Tovo	met. 3,085	3,085	3,215	3,215
di Brivio	» 3,597	3,581	3,247	3,219
di Lavello	» 4,150	4,419	3,401	3,673
d'Olginate	» 5,270	5,152	4,029	3,890
di Pescate	» 4,439	4,424	4,030	4,008

Paragonando fra loro gli abbassamenti di pelo di ciascun bacino in tutti i casi si ha:

19. Ora il massimo abbassamento di pelo che si potrà produrre con tale operazione al Lago d' Olginate consisterà nella differenza di livello de' peli d' acqua superiore ed inferiore alla Ravia di Lavello, verificabile dopo l' operazione già eseguita al Tovo. Osservo che dal profilo Ferranti, tav. 2.ª, si rileva che dall' imbocco della Ravia di Lavello allo sbocco, il pelo d'acqua ha una caduta di met. 6,227 — 4,836 ossia di met. 1,391, e supponendo che l' abbassamento fatto dal pelo d' acqua allo stretto di Brivio dopo lo sfogo del Tovo, che fu calcolato di metri 0,515, possa far deprimere d'altrettanto il pelo d' acqua allo sbocco della Ravia di Lavello, ciò che è impossibile, il massimo abbassamento producibile nel pelo del Lago d' Olginate diventerebbe di metri 1,391 + 0,515 ossia di metri 1,906, cosicchè il valore ultimamente trovato di A'' ora diventerà:

$$A'' = 3,645 - 1,906 = 1,739,$$

$$a''^{\frac{1}{2}} (a'' + 2,608) = 9,033,$$

$$a'' = 2,795; \quad A'' + a'' = 4,534,$$

$$A''' = 3,434,$$

$$a'''^{\frac{1}{2}} (a''' + 5,151) = 3,387,$$

$$a''' = 0,376; \quad A''' + a''' = 3,810.$$

Paragonando le trovate altezze colle trovate precedentemente si ha:

Sezione di	Altezze d' acqua Prima dello sfogo	Dopo lo sfogo	Depressione ottenuta
Olginate	Met. 5,268	Met. 4,534	Met. 0,734
Pescate	» 4,438	» 3,810	» 0,628

Sezioni	Abbassamenti delle altezze nel 1.° Caso	2.° Caso	3.° Caso	4.° Caso
di Tovo	met. 0,000	0,000	0,000	0,000
di Brivio	» 0,499	0,356	0,613	0,452
di Lavello	» 0,159	0,157	0,206	0,216
d' Olginate	» 0,087	0,080	0,105	0,117
di Pescate	» 0,078	0,071	0,061	0,067

Da questi confronti veggiamo che le variazioni di cadute e di larghezze fanno sì che gli abbassamenti prodotti ne' bacini superiori da una depressione del pelo del bacino inferiore variino, ma le variazioni non sono che tenui, così p. e. la massima variazione rispetto al pelo del Lago di Como sarebbe di met. 0,017, che è la differenza fra gli abbassamenti del 1.° e del 3.° caso, mentre nel primo caso vi ha un salto di met. 1,10 ed una larghezza di met. 80, e nel 3.° un salto di met. 1,00 ed una larghezza di 47, e con ciò credo sufficientemente dimostrato quanto asserii ai §§ 10 e 11.

Aggiunto all' abbassamento di metri 0,628 il già ottenuto dopo lo sfogo al Tovo di metri 0,079 la totale depressione del Lago dopo le due operazioni alle sezioni di Lavello e del Tovo diventerà di metri 0,707.

L' intelligente lettore comprenderà però, che per causa di molte piccole circostanze che non si contemplarono nei calcoli, l'abbassamento massimo (e) effettivamente producibile nel pelo del Lago rimarrà anco d' alquanto minore del sopra calcolato di metri 0,707.

Intanto però si scorge evidentemente che l' effetto utile del procurato sfogo si fa sempre maggiore quanto più vicino all' incile si determini lo sfogo stesso.

20. Se si ommettesse ogni operazione alla sezione del Tovo, e ci limitassimo a dare il maggior possibile sfogo alle acque al Chiusone di Lavello, il pelo del Lago d' Olginate si potrebbe tutt' al più deprimere fino al pelo attuale dello sbocco della Ravia di Lavello, cosicchè il valore di A'' dello stato originario ai § 15 e 16 non potrebbe diminuirsi tutt' al più che della caduta del pelo d' acqua della Ravia di Lavello, che si è veduto essere di metri 1,391, e poichè quel valore di A'' era di metri 3,809, così dopo lo sfogo a Lavello sarà:

$$A'' = 3,809 - 1,391 = 2,418,$$

e quindi:

$$a''^{\frac{1}{2}}(a'' + 3,627) = 9,033,$$

$$a'' = 2,313, \quad A'' + a'' = 4,731,$$

$$A''' = 3,631,$$

$$a'''^{\frac{1}{2}}(a''' + 5,446) = 3,387,$$

$$a''' = 0,342, \quad A''' + a''' = 3,973.$$

L' abbassamento quindi del pelo del Lago operando alla sola sezione di Lavello sarebbe di metri 4,517 — 3,973 ossia di metri 0,544, invece dei metri 0,707 che si otterrebbero operando contemporaneamente al Tovo ed a Lavello, esso sarebbe quindi di soli metri 0,163 minore di quest' ultimo, e questo piccolo maggior utile non francherebbe certamente la spesa d' una costosa operazione al Tovo.

21. Riassumendo i risultati sopra trovati si vede: che il massimo abbassamento ottenibile nel pelo d' acqua del Lario dando tutto il possibile sfogo alla sezione del Tovo è di

Met. 0,079,

(e) Questo massimo abbassamento poi non potrebbesi raggiungere nè con paraporti nè con allargamenti parziali, ma sarebbe necessario che al luogo della stretta di Lavello esistesse un altro Lago.

dando invece il massimo sfogo alla sola sezione di Lavello è di

Met. 0,544,

ed operando contemporaneamente ad entrambe le dette sezioni il massimo abbassamento ottenibile non giunge a

Met. 0,707.

Ora poichè l' abbassamento che occorre io fatto all' oggetto che non sia inondata alcuna parte della città di Como non deve essere minore di

Met. 1,75,

giacchè nella piena del 1829 salì l' acqua a tale altezza in Porta Sala e sulla Piazza del Vescovado, e in un punto basso di Piazza Jasca salì fino a met. 1,943, così ogni e qualunque mezzo pongasi in opera da Lavello al Tovo per sfogare le piene, esso sarà sempre insufficiente allo scopo, e sarà perciò necessario di preparare il detto sfogo alle sezioni superiori d' Olginate e Pescarenico.

22. Ritenuto pertanto il principio che l' abbassamento del Lario si fa maggiore quanto più vicino all' incile si offre lo sfogo alle sue piene, e considerato d' altronde che qualunque approfondamento di letto si faccia allo stretto di Pescate non si potrà mai ottenere fuorchè un abbassamento minore di metri 0,200, circa che è la caduta del pelo d' acqua da Pescate al Lago di Moggio, come dalla tav. 2.ª, ne segue in primo luogo essere assolutamente necessario di dilatare ed approfondare lo stretto d' Olginate, ma siccome anco con tale operazione non puossi ottenere che un abbassamento minore di met. 1,225 che è la total caduta del pelo d' acqua dallo stretto di Pescate al Lago d'Olginate, come dal profilo della suddetta tav., così ne emerge evidentemente che per ottenere un totale abbassamento di met. 1,75 nel pelo del Lario bisogna ampliare ed approfondare contemporaneamente gli stretti di Pescate, d' Olginate e di Lavello.

E poichè la caduta totale del pelo di piena dal Lago di Como allo sbocco della Ravia di Lavello, cioè dal punto zero al 9 del profilo è di met. 3,069, così non vi sarà veruna necessità di fare modificazioni di sorta inferiurmente al detto sbocco, essendo più che sufficiente la caduta di met. 3,069 — 1,75 ossia di met. 1,32 per determinare il libero corso delle acque dall'incile al punto suddetto.

23. Per ottenere lo scopo basterebbe che le tre sezioni da contemplarsi nelle operazioni avessero le seguenti larghezze

$$l''' = 100 \quad l'' = 90 \quad l' = 80,$$

adattando tutta la superficie del fondo degli stretti in modo che non si elevi oltre i livelli del fondo di ciascuna delle sezioni contemplate nel profilo della tav. 2.ª, il quale seguendo la linea del filone presenta naturalmente i punti più profondi del fondo stesso.

Per provare quest' asserzione si calcoli il valore di a' della sezione di Lavello ritenuto il valore di A' quale risulta dal profilo

$$A = 3,200.$$

Si avrà al solito:

$$a'^{\frac{1}{2}}(a' + 4,800) = \frac{271}{80} = 3,3875,$$

$$a' = 0,421 \quad A' + a' = 3,621,$$

$$A'' = 3,621 - 0,500 = 3,121;$$

$$a''^{\frac{1}{2}}(a'' + 4,681) = \frac{271}{90} = 3,011,$$

$$a'' = 0,357 \quad A'' + a'' = 3,488,$$

$$A''' = 3,488 - 1,100 = 2,388,$$

$$a'''^{\frac{1}{2}}(a''' + 3,582) = \frac{271}{100} = 2,71,$$

$$a''' = 0,452 \quad A''' + a''' = 2,840.$$

Ora l' altezza totale attuale è di met. 4,517, quindi l' abbassamento che si otterrebbe sarebbe di

Met. 4,517 — 2,840 = 1,677,

che non differisce che di soli metri 0,073 dal voluto abbassamento di metri 1,75.

Se poi per maggiore sicurezza si ritenesse anco lo stretto d' Olginate della larghezza uniforme di metri 100 saremmo certissimi di ottenere abbondantemente il necessario abbassamento di metri 1,75.

24. Concludo pertanto che limitando la questione esclusivamente a liberare la città di Como ed il littorale del Lario dalle inondazioni, essa è di facilissima soluzione, e di non molta spesa d' esecuzione, limitandosi tutte le operazioni relative a dare agli stretti di Pescarenico ed Olginate l' uniforme larghezza viva di 100 metri ed allo stretto di Lavello la larghezza di metri 80, adattandone i fondi al livello stesso che hanno attualmente lungo la sezione longitudinale del filone del fiume e nelle sezioni trasversali sopra contemplate, senza fare verun approfondamento maggiore, ben inteso che si debba abbattere il Chiuson di Lavello, potendosi benissimo differire la progettata deviazione de' torrenti che influiscono negli stretti, finchè l' esperienza non abbi provato esservene la convenienza invece d' eseguire degli spurghi annui.

25. Rimane ora a vedersi se questa sì ovvia soluzione non porti seco i gravi inconvenienti enumerati dal signor ingegnere Bruschetti nella sua Me-

moria e derivanti dal troppo abbassamento delle magre, i quali consistono principalmente:

1.° Nell' inaccessibilità di molti porti del Lago;

2.° Nella difficoltata, od impossibilitata navigazione.

Supponendo quindi che l'Adda in magra più che ordinaria abbia la portata di soli 60 metri cubici in ogni minuto secondo calcoliamo quali saranno le altezze d'acqua in tutte le sezioni contemplate ritenuti i dati seguenti:

$$Q = 60,$$

$$L = 30, \quad l = 30, \quad l' = 80, \quad l'' = 100, \quad l''' = 100,$$

$$d = 0{,}600; \quad d' = 1{,}800, \quad d'' = 0{,}500; \quad d''' = 1{,}100,$$

sarà

$$R = 20{,}325,$$

$$H = \left(\frac{20{,}325}{30}\right)^{\frac{2}{3}} = 0{,}771$$

$$\Delta = 0{,}771 - 0{,}600 = 0{,}171,$$

$$a^{\frac{1}{2}}(a + 0{,}256) = 0{,}6775,$$

$$a = 0{,}611, \quad \Delta + a = 0{,}782,$$

$$\Delta' = 0{,}782 - 1{,}800 = -1{,}018.$$

Questo valore negativo significa che lo sbocco della Ravia di Lavello sarebbe libero, per cui si calcolerà a' coll' Equazione

$$a' = \left(\frac{20{,}325}{80}\right)^{\frac{2}{3}} = 0{,}401,$$

$$\Delta'' = 0{,}401 - 0{,}500 = -0{,}099,$$

quindi sarà libero anco lo sbocco dallo stretto d'Olgioate, e perciò si avrà

$$a'' = \left(\frac{20{,}325}{100}\right)^{\frac{2}{3}} = 0{,}346,$$

e poichè per essere $d''' = 1{,}100$ sarà libero anco lo sbocco di Pescate sarà pure

$$a''' = 0{,}346.$$

Da questi valori vediamo intanto non essere più possibile veruna navigazione essendo affatto insufficiente perciò l'altezza d'acqua di metri 0,346, e quindi rimane constatata la verificazione del secondo dei preveduti inconvenienti.

Per riconoscere se si verifica anco il primo si osservi che il fondo più elevato dello stretto di Pescate risulta dal profilo depresso sotto lo zero dell' idrometro del Porto di Como di

Metri 1,20 circa,

quindi il pelo d'acqua si troverà depresso sotto lo zero

Metri 1,200 — 0,346 ossia Met. 0,854.

E con ciò rimane constatata anco la sussistenza del primo inconveniente, giacchè nelle massime magre finora osservate del 1791, 1817 e 1834 il pelo del Lago non si abbassò oltre ai 20 centimetri sotto lo zero, e cionnullameno fu un tal abbassamento sufficiente per rendere inservibili molti Porti del Lago, per cui una depressione di metri 0,854 sotto lo zero sarebbe causa d'inconvenienti gravissimi a tutto il littorale del Lago stesso.

Posti questi risultati dobbiamo concludere essere inattendibile la proposta soluzione del Problema ed essere quindi necessario il modificarla combinando le ampliazioni d'alveo sopra determinate con opere speciali che impediscano che abbiano luogo i segnalati inconvenienti.

26. Prima però di proporre i mezzi, che crederei più convenienti per ottenere il desiderato scopo, è necessario che esponga una importantissima considerazione.

Se le massime piene cagionano attualmente gravi danni alla città di Como ed al littorale del suo lago, le massime magre quali furono quelle degli anni 1760, 1791, 1817, 1826 e 1834 cagionano danni gravissimi alle province di Milano e Crema e specialmente poi agli ubertosissimi terreni di tutta la provincia Lodigiana per la scarsezza d'acqua del Naviglio Martesana, delle Rogge Ritorto, Vajlata e Rivoltana e principalmente per la totale deficenza che talora ne proviene al magnifico e forse unico canale artificiale d'irrigazione di tanta portata detto la Muzza, canali tutti derivati dall'Adda per irrigare le nominate provınce, ultima essendo, e perciò più pregiudicata delle altre, la derivazione della Muzza, con cui si irriga quasi tutta la provincia di Lodi.

Or se egli è giustissimo che si abbiano ad ordinare opere tendenti a liberare le terre lacuali dalle innondazioni, giustissimo pure è che si pensi ad assicurar l'acqua anco in tempo di siccità ai fertili terreni irrigatorj sunnominati, sovra parte de' quali gravita un estimo, che quantunque stabilito da oltre un secolo, supera tuttora la normale misura del terzo del reale attual valore de' fondi.

Ora il mezzo più ovvio per rimediare radicalmente a tanto danno sarebbe quello di poter disporre in ogni tempo e specialmente dal 10 circa d'aprile fino alla fine di maggio, nella qual epoca più frequentemente si verifica la deficenza d'acqua nell'Adda, di parte della massa d'acqua giacente inutilmente nel Lago, dirigendola col mezzo dell'Adda ai canali d'irrigazione e di navigazione da essa derivati. Sarebbe quindi necessario di

poter somministrare ai detti canali per cinquanta giorni circa un quantitativo almeno di 2000 once magistrali milanesi d' acqua da 0,04 m. c. in 1" cadauna, ossia metri cub. 80 per ogni minuto secondo, di cui una metà si può supporre che influisca in massima magra nel Lago e l' altra metà debba somministrarsi coll' invaso del Lago stesso.

Il total quantitativo quindi dell' acqua d' invaso giacente nel Lago che sarebbe da estrarsi a beneficio de' canali sarebbe di:

$$\underset{\text{giorn.}}{50} \times \underset{\text{ore}}{24} \times \underset{\text{minuti primi}}{60} \times \underset{\text{secondi}}{60} \times \underset{\text{m. c.}}{40} \text{ m. c.}$$

ossia di 172800000 m. c.

Or supponendo che la superficie del Lago in magra sia di 150 milioni di m. q. bisognerebbe poter estrarre dal Lago un' altezza d' acqua di metri $\frac{172800000}{150000000}$ ossia di metri 1,152, e ciò ben inteso senza che abbiasi in nessun tempo d' arrestare il corso continuo dell' acqua influente nel Lago e defluente nell'Adda per uso della navigazione, delle irrigazioni jemali, e del movimento d' opificj sia per non sospendere questi necessarj usi di essa, sia per non arrischiare d' essere soprafatti a lago alto da una subitanea piena, cui possa dar origine un caldo vento sciroccale con un repentino aquagliamento di nevi ai monti.

27. Ciò ritenuto passiamo ad esporre le condizioni principali del Problema che in mio senso consistono:

1.° Nel mantenere il pelo del Lago di Como ne' limiti compresi fra metri 0,50 e metri 2,20 dell' idrometro del Porto di Como.

2.° Nell' abilitare l' Emissario a somministrare a piacere duranti le magre l'invaso giacente nel Lago perfino per un' altezza di metri 1,152 senza che abbiasi mai ad arrestare il libero corso delle acque influenti nell'Adda.

3.° Nel mantenere, ed anzi nell'agevolare la non interrotta navigazione.

4.° Finalmente nell' adempiere a tutte le nominate condizioni colla minima spesa possibile.

28. Fra le diverse soluzioni che propor si potrebbero per soddisfare più o meno alle proposte condizioni, potrà forse meritare qualche considerazione la seguente, in cui vedesi combinato il principio de' paraporti suggerito dal sig. ing. Bruschetti, ma situati nel luogo opportuno, col principio delle ampliazioni ed approfondamento degli stretti adottato dai signori Ingegneri d'Acque e Strade, e che già trovasi in corso d'esecuzione, la qual soluzione consiste nelle seguenti opere:

4

1.° Adattare le ripe ed il fondo dello stretto di Pescarenico dal Pescherino allo sbocco del Bione in modo tale, che abbia ovunque una larghezza viva media non minore di 100 metri ed il fondo depresso non meno d'un metro sotto lo zero dell'idrometro.

2.° Attraversare lo stretto d'Olginate appena al di sopra de' torrenti in esso influenti con una solida chiusa lunga met. 100, la cui cresta o piano superiore sia a metri 0,20 dell'idrometro, e sia costituita da 31 pile larghe cadauna metri 1,75, e da 31 luci o paraporti larghi cadauno met. 1,25 le cui soglie sieno a metri 1,30 sotto lo zero, lasciando presso una delle sponde una luce di metri 7 di larghezza per uso della navigazione preceduta da una sufficiente imboccatura e susseguita da una conca o sostegno avente le portine alte metri 3,00 ed una caduta da soglia a soglia delle porte di metri 2,50. I suddetti paraporti si chiuderanno con paratoje mobili verticalmente entro stivi e cappelli di vivo posti nel corpo della chiusa ad un metro di distanza della sua faccia anteriore, e ciò col mezzo di tornj fissi ad un ponte di servizio costrutto d'assoni, e portato da sostegni sorgenti dalla chiusa, il cui piano sia a metri 2,75 sopra lo zero, e sul quale saranno da collocarsi le paratoje stesse, quando saranno totalmente elevate.

3.° Ridurre lo stretto d'Olginate ad una larghezza viva media non minore di 100 metri col fondo in amonte della chiusa depresso almeno metri 1,30 sotto lo zero, ed in avalle di essa depresso almeno met. 3,50.

4.° Ridurre lo stretto di Lavello alla larghezza uniforme di 80 metri col fondo a metri 3,50 sotto lo zero abbattendo il Chiusone ed investendo il vecchio ramo destro.

Niun'altra operazione per ora parrebbe necessaria inferiormente alla Ravia di Lavello per ottenere lo scopo proposto. Superiormente poi si intende che debbansi distruggere i congegni pescherecci, e quanto alle deviazioni dei torrenti e d'ogni altro impedimento al libero corso delle acque proposte in quasi tutti i progetti relativi a tale operazione farò in seguito le relative considerazioni.

29. Veggiamo ora come con questo progetto si adempiano le quattro condizioni del Problema.

Comincerò a dimostrare che il pelo del Lago in massima magra potrà mantenersi elevato a metri 0,50 sopra lo zero dell'idrometro.

Diffatto suppongasi che in magra straordinaria la portata dell'Adda riducasi a 40 m. c. per ogni minuto secondo, si avrà:

$$R = 13,55.$$

Abbassate tutte le paratoje e chiuse le portine della conca l'acqua stramazzerà liberamente dall'altezza della chiusa con un'altezza:

$$a'' = \left(\frac{13,55}{9^3}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,1457^{\frac{2}{3}} = 0,277.$$

Per determinare l'altezza del pelo del Lago si osservi che essendo il fondo dello stretto di Pescate ad un metro sotto lo zero e la cresta della chiusa a met. 0,20 sopra lo zero sarà

$$A''' = 1,20 + 0,277 = 1,477,$$

quindi per essere $l''' = 100$ sarà

$$a'''^{\frac{1}{2}} (a''' + 2,215) = \frac{13,55}{100} = 0,1355,$$

$$a''' = 0,004 \quad A''' + a''' = 1,481.$$

E poichè il fondo dello stretto è a met. 1 sotto lo zero il pelo del Lago si manterrà a met. 0,481 soprs lo zero, cioè prossimamente a met. 0,50 come volevasi dimostrare.

30. Passiamo ora a dimostrare come col proposto progetto le massime piene non debbansi elevare oltre i metri 2,20 sopra lo zero.

Per dimostrare ciò comincio ad osservare che lasciando intatto l'Emissario al dissotto della Ravia di Lavello il pelo di massima piena allo sbocco della medesima rimarrà invariabile, cioè si manterrà come nella piena del 1829 a met. 0,60 circa sopra lo zero dell'idrometro di Como, per cui la porzione A' rigurgitata della sezione di Lavello sarà eguale ai detti metri 0,60 più i metri 3,50, di che il fondo dello stretto di Lavello deve essere inferiore allo zero, quindi

$$A' = 4,100,$$

e ritenuto $\qquad l' = 80$ ed $R = 271$

sarà $\qquad a'^{\frac{1}{2}} (a' + 6,1500) = 3,3875,$

$$a' = 0,278 \quad A' + a' = 4,378.$$

Essendo il piano superiore della chiusa a met. 0,20 sopra lo zero, e quindi elevato di met. 3,70 sopra il fondo a Lavello, per cui rispetto alla cresta della chiusa sarà $d'' = 3,70$, si avrà:

$$A'' = 4,378 - 3,70 = 0,678$$

ed $$a''^{\frac{1}{2}}(a'' + 1{,}017) = \frac{R}{l''}$$

Ora si ha $$R = 0{,}33875Q,$$

ed essendo Q la portata dello stramazzo cadente dalla cresta della chiusa, bisogna, per determinarla, sottrarre dagli 800 m. c. la portata dei 31 paraporti e quella della bocca di navigazione, che in massima piena dovrà tenersi aperta. Ora si osservi che l'altezza d'acqua del fiume in avalle della chiusa rigurgitando lo stramazzo per metri 0,678 i paraporti saranno tutti rigurgitati con un controbattente di met. 0,678, quindi la loro portata sarà dovuta alla sola pressione dell'altezza a'', per cui la portata di ciascun paraporto sarà espressa dalla sua luce di met. 1,25 moltiplicata per l'altezza di met. 1,50 e per $\sqrt{2ga''}$, e perciò la totale portata dei 31 paraporti e della bocca di navigazione sarà

$$\left\{31 \times 1{,}25 \times 1{,}50 + 7 \times 1{,}50\right\} \sqrt{2ga''},$$

ossia $$68{,}625 \sqrt{2ga''},$$

e ponendo per $\sqrt{2g}$ il suo valore di met. 4,428 la totale portata suddetta diventerà:

$$303{,}87a''^{\frac{1}{2}},$$

quindi il valore di Q del solo stramazzo cadente dalla cresta della chiusa sarà:

$$Q = 800 - 303{,}87a''^{\frac{1}{2}}$$

e perciò $$R = 271 - 102{,}935a''^{\frac{1}{2}}$$

ed essendo $$l'' = 100,$$

quando sia aperta anco la bocca di navigazione, l'Equazione in a'' diventerà:

$$a''^{\frac{1}{2}}(a'' + 1{,}017) = 2{,}71 - 1{,}029a''^{\frac{1}{2}}$$

ossia $$a''^{\frac{1}{2}}(a'' + 2{,}046) = 2{,}71$$

e quindi $a'' = 0{,}866$ ed $A'' + a'' = 0{,}678 + 0{,}866 = 1{,}544$.

Ora essendo il fondo dello stretto di Pescarenico depresso met. 1 sotto lo zero e quindi 1,2 sotto la cresta della chiusa sarà:

$$d'' = -1{,}20$$

e quindi $\quad A''' = 1,544 + 1,20 = 2,744,$
e poichè $\quad l''' = 100$

così sarà $\quad a'''^{\frac{1}{2}} (a''' + 4,116) = 2,71$
ed $\quad a''' = 0,366, \; A''' + a''' = 3,110.$

Ma il fondo a Pescarenico essendo depresso d' un metro sotto lo zero dell' idrometro, l' altezza totale del pelo d' acqua del Lago sopra lo zero sarà di soli

Metri 2,110,

e perciò minore di metri 2,20 siccome dovevasi dimostrare.

Essendo $a'' = 0,866$, la portata totale de' parsporti e della bocca di navigazione dalle soglie de' paraporti alla cresta della chiusa sarà di

Met. cub. $303,87 \sqrt{0,866}$, ossia di 282,80 met. cub.,

cioè di poco più del terzo della portata totale dell' Emissario in massima piena.

31. La seconda condizione del Problema si adempie colla semplice operazione di lasciare che nell' inverno il Lago si scarichi dal ciglio della chiusa, e che nella primavera si scarichi dai paraporti, col mezzo de' quali si può somministrare all'Adda l'invaso del Lago contenuto fra metri 0,735 sotto lo zero e metri 0,481 sopra lo zero, e perciò più di quanto si è calcolato occorrere per una straordinariissima siccità.

Infatti suppongasi che in massima magra la portata dell'Adda si riduca a soli 40 m. c.; nall' atto in cui si vuol dar principio al deflusso dell'invaso del Lago, il pelo di esso si troverà a met. 0,481 sopra lo zero come si dimostra al § 29. Allorquando col mezzo de' paraporti si sarà estratta tutta l' acqua che è possibile d' estrarvi i 40 m. c. influenti nel Lago si deriveranno da soli paraporti e dalla bocca di navigazione e l' altezza a'' dell' acqua sopra di essi, sgorgando liberamente dagli stessi paraporti, si otterrà dall' Equazione:

$$(31 \times 1,25 + 7)\, a''^{\frac{3}{2}} \sqrt{2g} = 40,$$

d' onde $\quad a'' = 0,1975^{\frac{2}{3}} = 0,339,$
poichè in questo caso è $\quad d'' = 0,30,$
sarà $\quad A''' = 0,339 - 0,300 = 0,039,$

cosicchè si avrà $\quad a'''^{\frac{1}{2}} (a''' + 0,0585) = \frac{13,55}{100} = 0,1355,$

$a''' = 0,226$ e quindi $A''' + a''' = 0,265$,

per cui il pelo del Lago si ridurrà, dopo il vuotamento dell'invaso, a met. 1 — 0,265, ossia a met. 0,735 sotto lo zero, e poichè prima del vuotamento era a met. 0,481 sopra lo zero, il vuotamento stesso sarà dell'altezza di met. 1,216, con che rimane dimostrato essere adempita la seconda condizione.

32. Quanto alla terza condizione di mantenersi ed agevolarsi la navigazione osservo che tanto in epoche di massime magre che di massime piene si avrà sempre libero il passaggio col mezzo della conca d'Olginate, e coll'abbattimento del Chiusone di Lavello ed approfondamento di quel letto a metri 3,50 sotto allo zero dal Lago di Lecco fino allo stretto di Brivio, ciò che non può avvenire nell'attuale stato delle cose. Sarà quindi agevolata la navigazione fino a Brivio col mezzo del proposto progetto, e dopo Brivio essa rimarrà quale trovasi al presente.

Si potrebbe però dubitare della sufficienza dell'altezza d'acqua nel Canal di Lavello in massima magra per portar le barche cariche, e diffatti questo canale al suo sbocco sgorgherà liberamente nel Lago di Brivio per cui nell'ipotesi della portata di soli m. c. 40 l'altezza d'acqua a' si avrà dall'Equazione:

$$a' = \left(\frac{13,55}{80}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,1694^{\frac{2}{3}} = 0,306$$

la quale altezza è diffatti insufficiente.

Per rimediare a quest'inconveniente basterebbe escavare nel mezzo dell'alveo di Lavello un canale di 10 metri di larghezza e metri 0,50 di profondità e le barche vi potranno pescare liberamente.

È ovvio il riflettere in questo luogo che essendo orizzontale per ipotesi il fondo dello stretto di Lavello, l'acqua non potrà mantenersi dovunque nell'altezza di met. 0,306 che ha al suo sbocco libero nel Lago di Brivio, ma all'imboccatura dovrà mantenersi in maggiore altezza.

Per calcolar questa altezza riesce inabile la formola del moto equabile, perchè quando il fondo è orizzontale essa dà una velocità nulla. Applichiamovi quindi i principj seguiti nella presente Memoria. Si osservi che all'imboccatura dello stretto di Lavello vi esiste una strozzatura avente la soglia alla stessa altezza della strozzatura di sbocco; per calcolare l'altezza totale dell'acqua sopra di essa, dicasi A la parte rigurgitata ed a la libera, ossia la caduta del pelo dalla strozzatura d'imbocco a quella di sbocco sarà

$$A = 0,306$$

ed $a^{\frac{1}{2}}(a + 0,459) = 0,1694$, d'onde $a = 0,094$

e perciò $A + a = 0,400$ che sarà la totale altezza dell'acqua all'imboccatura.

D'onde si scorge che la pendenza del fondo negli stretti non solo sarebbe inutile ma ben anco dannosa. Infatti essa è inutile pel caso di piena, attéso che in questo stato i canali sono totalmente rigurgitati, e qualunque pendenza del fondo non cagiona il più piccolo aumento di velocità, ed è dannosa ad acque magre in quanto che essa assotiglierebbe la lama d'acqua in essi scorrente difficoltandone la navigazione.

33. Rapporto alla condizione della spesa osservo, che pochissima sarà la spesa occorrente per l'adattamento dello stretto di Pescarenico, niuna occorrendone al Ponte di Lecco, le cui luci libere superano la prescritta larghezza de' 100 metri, e tenue al canale, che ha pressocchè ovunque la larghezza e il livello del fondo volute dal presente progetto, se si eccettuano alcuni approfondamenti verso le sponde; che quasi nullo deve essere l'approfondamento del letto ad Olginate, nè molto importante quello di Lavello, e solo riescirà di qualche entità la spesa d'allargamento de' due stretti, ma poichè l'escavazione dovrebbe farsi in gran parte sopr'acqua sarà sensibilmente diminuito anco questo elemento di spesa. Rilevante al certo riuscirebbe quella della chiusa e de' suoi accessorj fra cui i muri d'accompagnamento, la Conca, ecc.

Faccio però osservare che i materiali e la calce in quella località si hanno a prezzi assai minori che altrove, e ritenendo che la totalità della muratura non possa oltrepassare i 6000 metri cubici, io crederei che una tal opera non dovrebbe eccedere di molto il mezzo milione di lire aust.

Qualunque però riescir ne possa l'importo, se si riflette agli immensi vantaggi ch'essa produrrebbe, io porto opinione che una tal spesa sarebbe a mille doppj compensata dal danno cessante e dal lucro emergente che ne sarebbero per conseguire. Diffatti oltre ai vantaggi voluti dalle condizioni del Problema dobbiamo annoverare la facilitazione dell'asciugamento di tutti i canali derivanti dall'Adda all'epoca delle riparazioni, per eseguire il quale non si avrà che a scaricare mediante i paraporti l'acqua del Lago finchè si sarà depresso il suo pelo sotto la cresta della chiusa ed indi abbassare tutte le paratoje, con che si porrà in asciutto tutto l'Emissario e quindi anco i canali da esso derivanti, la qual operazione riescirà specialmente utile pel Naviglio di Paderno e per la Muzza, come lo sarà del pari per eseguire quegli spurghi che si riconosceranno necessarj nell'alveo stesso dell'Emissario.

Un altro vantaggio di grandissima importanza che ritrar potrebbesi da quest' edificio sarebbe quello di porre a profitto l'immensa forza motrice disponibile in quelle località, che in istato ordinario non sarebbe minore di quella di 5000 cavalli *vapore*.

Con brevi canali aperti nelle ripe del laghetto di Moggio appena al di sopra della chiusa si deriverebbero i necessarj corpi d'acqua, che porrebbero in moto delle ruote idrauliche alla *Poncelet*, le quali sono le più utili quando si hanno disponibili grossi corpi d'acqua con limitate cadute come si avrebbe in questo caso.

Non basterebbe ella questa sola circostanza per trasformare Lecco, Olginate ed i paesetti vicini in una delle primarie città manufatturiere della Lombardia e fors' anco d'Italia?

34. Venendo ora a discorrere della proposta deviazione de' torrenti influenti nell'Adda da Lecco al Tovo, osservo che stante il proposto progetto non mi parrebbe per ora d'assoluta necessità una tale operazione, e che potrebbesi benissimo differirne l'esecuzione quando si riconoscesse nel seguito una tale necessità.

Infatti quanto al Caldone ed al Bione essi sboccano già attualmente in un letto alquanto profondo, e d'altronde poco o nessun approfondamento necessiterebbe nemmeno attualmente al letto dello stretto di Pescarenico. Quanto all'Aspide ed al Gallavesa sboccando in avalle della Chiusa è evidente che riesce inutile ogni deviazione, perchè le loro ghiaje saranno sempre trasportate nel Lago d'Olginate dalla forza dell'acqua cadente dal ciglio e dai paraporti della Chiusa.

Quanto ai torrenti Serta e Ghergbentino sboccanti nello stretto di Lavello osservo che il primo con pochissima spesa si può spingere nel ramo sinistro che si abbandonerebbe, e quanto al secondo esso a quest'ora subì già alcune utili modificazioni. Siccome poi col chiudere le paratoje quando il pelo del Lago si è già ridotto inferiore alla cresta della Chiusa si può porre in secco l'Emissario, così si potrebbe anco con poca spesa mantenere annualmente spurgato il Canale di Lavello dalle ghiaje che vi depositerebbe il Ghergbentino, qualora cagionasse ancora qualche elevazione di fondo oltre i metri 3,50 sotto lo zero. Quanto a tutti i torrenti inferiori a Lavello non abbisognano evidentemente di veruna modificazione.

35. Sarebbe poi necessario il procedere ad un ben ponderato studio sul miglior metodo di regolare i paraporti, che dovrebbonsi tener sempre in continua azione con regolare vicenda per mantener ben espurgato il canale lasciando però sempre una piccola altezza d'acqua sulla Chiusa, e questo primo regolamento desunto *a priori* dalle sole cognizioni idrauliche verrà

poi correggendosi colle osservazioni e colla pratica che si andrebbe acquistando di mano in mano, facendo osservare che il custode di questo importantissimo edifizio, che ben regolato ci porrebbe in istato di far del Lago e del suo Emissario tutto ciò che vorremmo, dovrebbe scegliersi fra i più attivi, diligenti, intelligenti ed onorati, dipendendo da esso i più grandi interessi delle migliori Provincie Lombarde.

36. Potrebbesi obbietare a tutte le conseguenze superiormente dedotte, che le contrazioni nelle bocche de' paraporti, la diminuzione di larghezza della Chiusa prodotta dai sostegni del ponte di servizio, l'incertezza della teorica usata in questi calcoli, in cui non si tenne veruo conto della resistensa che soffre l'acqua lungo le ripe ed il fondo de' canali, e l'incertezza por anco delle misure medie dedotte dal Tipo Ferranti potrebbero far crescere l'altezza d'acqua oltre i metri 2,20 sopra lo zero.

Al che rispondo: 1.° che le contrazioni si possono agevolmente evitare adattando la superficie interna de' paraporti sopra e sotto le paratoje a forma d'imbuto col mezzo di leggieri curve, ed anzi sarà necessario che in amonte delle paratoje le pile intermedie sieno munite de' loro avambecchi anco per impedire ogni fermata di ghiaje contro di esse; 2.° che la diminuzione di larghezza della chiusa dipendentemente dai sostegni del ponte di servizio è affatto trascurabile; 3.° che la portata di 800 metri cub. assunta per la portata massima è maggiore della vera attuale; 4.° che la demolizione già eseguita della Chiusa di Brivio e la distruzione di quelle pescaje non considerate in questo progetto, servendo a mantenere più depresso de' centimetri 60 sopra lo zero il pelo d'acqua allo sbocco della Ravia di Lavello, serviranno a mantenere assai meno rigurgitato lo stramazzo della Chiusa ed i suoi paraporti, e quindi anco a diminuire l'altezza totale dell'acqua sopra la Chiusa; 5.° che ad ottenere una maggior diminuzione di tale altezza servirà parimenti il ramo sinistro di Lavello, che in piena scaricherebbe una porzione d'acqua che ne' fatti calcoli si suppose doversi tutta scaricare pel ramo destro; 6.° che i limiti degli errori probabili tanto dipendentemente dall'incsattezza della teorica degli stramazzi applicata al proposto progetto, quanto dall'incertezza dei rilievi di fatto che ne' calcoli ammisi per veri, sebbene io non abbia fatta veruna verificazione sul luogo, sono tali per cui le altezze che assumerebbe l'acqua nel Lago non potrebbero che differire ben poco dalle sopra calcolate.

Da tutte le quali considerazioni penso che si possa con vera fiducia ritenere che le massime piene non saranno mai per oltrepassare i metri 2,20 dell'idrometro, semprechè si mantengano aperti i paraporti e la bocca di navigazione dal momento in cui viene minacciata una piena straordinaria,

5

come nutro pure speranza che questo progetto possa meglio di alcuni altri fin qui proposti soddisfare a tutte le esigenze tanto della provincia di Como quanto delle province di Milano, di Lodi e di Crema ; con che io credo sufficientemente evaso tutto quanto era necessario relativamente al proposto progetto di sistemare l' Emissario del Lago di Como.

Dichiaro però e protesto che colla esposizione di queste mie idee io sono ben lontano dal pretendere che il mio progetto sia il migliore possibile, non consistendo d'altronde per ora che in un semplice abbozzo, come lontanissimo pur sono dal pretendere di voler dettar regole ai distintissimi Ingegneri incaricati di così importanti lavori, ma intesi solo di segnalar alcune circostanze, che forse non saranno nemmeno sfuggite alla loro sagacità, le quali potrebbero aumentare al mio paese l'utile che si spera derivargli dagli incominciati lavori, e nel tempo stesso di far pur sentire ai giovani Ingegneri che non bisogna ammettere ciecamente che ogni novità che vien d'oltremonte sia la panacea universale e che i vecchi trovati italiani sieno anticaglie da rifiuto, applicando per dritto e per traverso la nuova formola idraulica del moto equabile negli alvei, perchè nata in Francia e cresciuta in Germania, e trascurando di far uso delle formole idrauliche nate e cresciute in Italia prima che gli stranieri si occupassero d'idraulica, le quali sono forse le sole che nel caso attuale rappresentino con maggior approssimazione lo stato reale dei fenomeni.

FINE

ERRORI	CORREZIONI
Pag. 10, *linea penultima* dell' ingegnere Luigi Masieri	del dottor Basilio Soresina
» 19, » 24 *Abbassamenti nelle altezze del*	*Abbassamenti de' peli d' acqua*
» ivi, » 26 di Tovo met. 0,000 0,000 0,000 0,000	del Tovo met. 2,000 2,000 2,000 2,000
» 22, » 3 A	A'
» 29, » 17 0,735	0,714
» ivi, » 30 *invece della calcolazione ivi esposta leggasi la seguente*	

$$\frac{2}{3}(31 \times 1{,}25 + 7)\, a''^{\frac{3}{2}} \sqrt{2g} = 40,$$

d' onde $a'' = 0{,}2962^{\frac{2}{3}} = 0{,}444.$

poichè in questo caso è $d''' = 0{,}30,$

sarà $A''' = 0{,}444 - 0{,}300 = 0{,}144,$

cosicchè si avrà $a'''^{\frac{1}{2}}(a''' + 0{,}216) = \frac{13{,}55}{100} = 0{,}1355,$

ERRORI	CORREZIONI
» 30, » 1 $a''' = 0{,}226$ e quindi $A''' + a''' = 0{,}265,$	$a''' = 0{,}142$ e quindi $A''' + a''' = 0{,}286,$
» ivi, » 3 met. 1 — 0,265 ossia a met. 0,735	met. 1 — 0,286, ossia met. 0,714
» ivi, » 5 met. 1,216,	met. 1,195,